

การวิเคราะห์สาเหตุและมาตรการป้องกันสายไฟฟ้าแรงสูงขาด ในเมืองพัทยา

CAUSE ANALYSIS AND PREVENTIVE MEASURE OF HIGH VOLTAGE CABLE BROKEN IN PATTAYA CITY

ชนม์นิภา กุลชาติสถาพร¹ เลิศชัย ระตะนธำพร^{2*}
Chonnipa Kulachartsataporn¹, Lertchai Ratana-arporn^{2*}

¹ภาควิชาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

¹Department of Safety Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University.

²ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University.

*Corresponding author, e-mail: fengler@ku.ac.th

Received: June 22, 2018; Revised: August 16, 2018; Accepted: September 11, 2018

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้ คือ ศึกษาและวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการขาดของสายไฟฟ้าแรงสูงระดับแรงดัน 22 kV ซึ่งเป็นเหตุให้มีประชาชนได้รับบาดเจ็บจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและเกิดการสูญเสียจากเหตุการณ์ที่สายไฟแรงสูงขาดเกิดขึ้นในพื้นที่เมืองพัทยาเป็นประจำทุกเดือน

จากการศึกษาข้อมูลสถิติการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องในพื้นที่เมืองพัทยาช่วงปี พ.ศ. 2558-2559 และออกสำรวจพื้นที่ศึกษาเฉพาะคือพัทยาใต้วงจรที่ 3 บริเวณถนนเกษตรสินบนเขาพระตำหนัก รวมระยะทาง 7.96 วงจร-กิโลเมตร พบว่าปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาดสูงสุด 3 ลำดับ ได้แก่ สายไฟเกิดการอาร์ค ลัดวงจรเนื่องจากสัตว์ และต้นไม้ทับสายไฟฟ้า จึงทำการวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขและป้องกันด้วยการกำหนดให้มีการตรวจสอบอุปกรณ์ในระบบจำหน่ายด้วยการถ่ายภาพจุดร้อน การติดตั้งลูกถ้วยแบบ TR-202 พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันสัตว์ และให้มีการตัดกิ่งไม้เป็นระยะๆ ตามลำดับ

จากการติดตามผลช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 พบว่าจำนวนครั้งของกระแสไฟฟ้าขัดข้องลดลงจาก 0.67 ครั้ง/เดือนโดยเฉลี่ย เหลือต่ำกว่า 0.33 ครั้ง/เดือนโดยเฉลี่ย และสายไฟฟ้าขาดลดลงจาก 1.5 ครั้ง/ปีโดยเฉลี่ย จนถึงปัจจุบันยังไม่พบมีเหตุการณ์สายไฟฟ้าขาดแต่ประการใด

คำสำคัญ: สายไฟฟ้าแรงสูง ระบบจำหน่ายไฟฟ้า เมืองพัทยา

Abstract

The purpose of this research is to study and analyse of the factors affecting high voltage cable (22 kV) split which caused the people injured by the incident and power outages in Pattaya city every month.

The study of statistical data on the occurrence of power outages in area of Pattaya since 2015-2016 and the survey area in the third feeder of south Pattaya sub power station which supply power to Kasetsin road on Pratamnak Hill amount 7.96 circuit-kilometers. The top 3 factors affecting high voltage split in distribution system are the arc of high voltage cable, arc animals and trees over the cable. Thus, the safety measurement are applied to prevent the mentioned problems by monitoring equipment in distribution system by thermographic inspection; installing TR-202 insulators with barrier to protect animals and cutting branches in the direction of distribution system.

From January 2017 to March 2018, the events of power outages were reduced from 0.67 times/month by average to less than 0.33 times/month by average. The incident was caused by high voltage cable split reduced from 1.5 times/year by average, until the incident is not found at the present time.

Keywords: High Voltage Cable, Distribution System, Pattaya City

บทนำ

ระบบจำหน่ายไฟฟ้าถือเป็นระบบสาธารณูปโภคที่สำคัญในปัจจุบัน โดยเฉพาะในเขตพื้นที่เศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น เมืองพัทยา ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงในระดับนานาชาติ มีจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าในเมืองพัทยาประมาณ 154,000 ราย ซึ่งมากที่สุดในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย มีความยาวระบบจำหน่ายไฟฟ้าระดับแรงดัน 22 kV ประมาณ 1,134.2 วงจร-กิโลเมตร ในระบบจำหน่ายไฟฟ้านั้นมีการติดตั้งอุปกรณ์มากมาย ซึ่งเมื่อถึงช่วงระยะเวลาหนึ่งก็จะต้องมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาเพื่อให้อุปกรณ์ที่ติดตั้งมีความปลอดภัย เนื่องจากอันตรายจากไฟฟ้าไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบจำหน่ายไฟฟ้าเพื่อให้มีความปลอดภัยจึงสามารถทำได้ยากและต้องอาศัยบุคลากรที่มีทักษะความชำนาญ รวมไปถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบ

จึงอาจทำให้ไม่สามารถบำรุงรักษาได้อย่างทั่วถึง และส่งผลให้เกิดเหตุการณ์สายไฟฟ้าแรงสูงขาดในพื้นที่เมืองพัทยายู่บ่อยครั้ง เกิดผลกระทบทั้งในด้านความปลอดภัยกับประชาชนที่สัญจรอยู่ในบริเวณที่มีสายไฟฟ้าติดตั้งอยู่ ความมั่นคงของระบบจำหน่ายไฟฟ้า ด้านเศรษฐกิจ และภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวในเขตพื้นที่เมืองพัทยา จึงได้มีการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาดโดยวิธี Fault Tree Analysis และนำมากำหนดมาตรการควบคุมเพื่อลดโอกาสที่สายไฟฟ้าแรงสูงขาด และสามารถลดจำนวนครั้งของการเกิดเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้อง ทำให้สามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับประชาชนใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุที่มีผลทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาด

2. เพื่อกำหนดเป็นมาตรการในการลดโอกาสเหตุการณ์สายไฟฟ้าแรงสูงขาด

3. เพื่อลดจำนวนครั้งในการเกิดสายไฟฟ้าแรงสูงขาดและสามารถจ่ายไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาเหตุการณ์ที่ประชาชนได้รับบาดเจ็บจากกรณีสายไฟฟ้าแรงสูงขาดในเขตพื้นที่เมืองพัทยา จากข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุและข้อร้องเรียนที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเมืองพัทยาได้รับ

2. รวบรวมข้อมูลสถิติการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องในเขตพื้นที่เมืองพัทยาในปี พ.ศ. 2558 ถึงปี พ.ศ. 2559 จาก 6 สถานีไฟฟ้า ได้แก่ สถานีเขาไม้แก้ว สถานีบางละมุง สถานีพัทยาเหนือ สถานีพัทยาเหนือ 2 สถานีพัทยาใต้ สถานีพัทยาใต้ 2

3. สรุปสาเหตุของเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้องในเขตพื้นที่เมืองพัทยาเพื่อหาจำนวนครั้งในการเกิดเหตุการณ์ที่สายไฟฟ้าแรงสูงขาด

4. ศึกษาข้อมูลประเภทของสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่ติดตั้งในระบบจำหน่ายไฟฟ้าในเขตพื้นที่เมืองพัทยา

5. วิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาดโดยใช้วิธี Fault Tree Analysis

6. สรุปปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาด และประเมินโอกาสที่จะเกิดขึ้นของแต่ละเหตุการณ์

7. กำหนดมาตรการควบคุมเพื่อลดโอกาสที่สายไฟฟ้าแรงสูงขาด และลดสถิติการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง และทดลองนำไปปฏิบัติโดยพิจารณาจากวงจรการจ่ายไฟฟ้าในพื้นที่ที่มีประชาชนและนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก สามารถเข้าไปตรวจสอบและบำรุงรักษาได้ยาก เนื่องจากต้องใช้พื้นที่ปฏิบัติงานและดับไฟเพื่อปฏิบัติงานซึ่งจะทำให้ประชาชนไม่มีไฟฟ้าใช้ในช่วงเวลาที่ดำเนินการ

8. จัดทำรายงานและสรุปผลการดำเนินการตามมาตรการควบคุมที่กำหนด เช่น การถ่ายภาพความร้อน การติดตั้งลูกถ้วยแบบ TR-202 พร้อม Barrier เพื่อป้องกันสัตว์ การตัดต้นไม้ตามแนวระบบจำหน่าย

9. เก็บข้อมูลสถิติการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องโดยจำแนกตามสาเหตุในบริเวณพื้นที่ที่ดำเนินการ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 และวิเคราะห์ผลโดยเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยต่อเดือนของการเกิดเหตุสายไฟฟ้าแรงสูงขาดในปี พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2559

10. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัย

1. ศึกษาเหตุการณ์ที่ประชาชนได้รับบาดเจ็บจากกรณีสายไฟฟ้าแรงสูงขาดในเขตพื้นที่เมืองพัทยา จากข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุและข้อร้องเรียนที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเมืองพัทยาได้รับ ซึ่งพบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2558 ถึงปี พ.ศ. 2559 มีอุบัติเหตุเกิดกับประชาชน จำนวน 2 ครั้ง ดังนี้

1.1 วันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2558 เวลา 00.10 น. เกิดอุบัติเหตุประชาชนถูกไฟฟ้าดูดขณะขี่รถจักรยานกลับที่พักหลังจากเลิกงานเนื่องจากสัมผัสบริเวณปลายสายไฟฟ้าแรงสูงที่ขาดตกลงมา ทำให้จนได้รับบาดเจ็บสาหัส สูญเสียนิ้วกลางและนิ้วนางมือซ้าย ร่างกายอ่อนแรง มีบาดแผลที่ร่างกาย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคชดใช้ค่าเสียหายเป็นเงิน 495,000 บาท

1.2 วันที่ 11 สิงหาคม พ.ศ. 2559 เวลา 23.05 น. เกิดอุบัติเหตุประชาชนถูกสายไฟฟ้าแรงสูงที่ขาดตกลงมาโดนบริเวณรถมอเตอร์ไซด์ขณะขับขี่ทำให้ถูกไฟฟ้าดูดจนได้รับบาดเจ็บที่บริเวณขาซ้ายข้างขวาที่ 1 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคชดใช้ค่าเสียหายเป็นเงิน 324,314 บาท

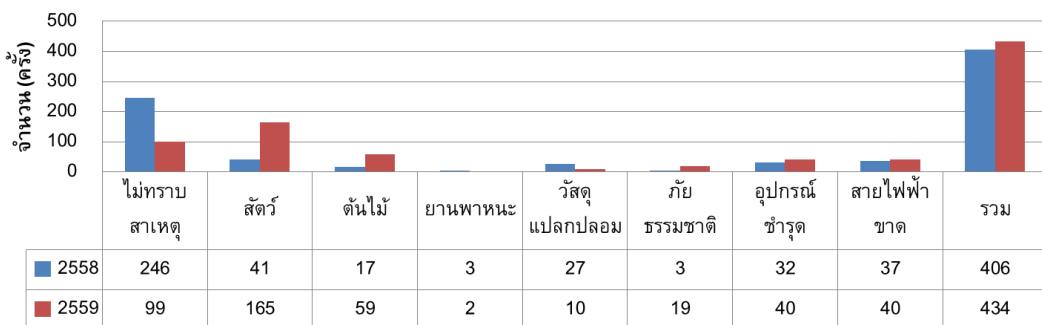


ภาพที่ 1 บาดแผลจากการถูกไฟฟ้าดูดเมื่อวันที่ 11 สิงหาคม พ.ศ. 2559

2. รวบรวมข้อมูลสถิติการเกิดกระแสไฟฟ้าช็อตในเขตพื้นที่เมืองพัทยาในปี พ.ศ. 2558 ถึงปี พ.ศ. 2559 จาก 6 สถานีไฟฟ้า ได้แก่ สถานีเขาไม้แก้ว สถานีบางละมุง สถานีพญาเหนือ สถานีพญาเหนือ 2 สถานีพญาใต้ สถานีพญาใต้ 2 ซึ่งพบว่าการเกิด

กระแสไฟฟ้าช็อตในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเมืองพัทยาในปี พ.ศ. 2559 เกิดขึ้น จำนวน 434 ครั้ง ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2558 ซึ่งมีกระแสไฟฟ้าช็อต จำนวน 406 ครั้ง ดังภาพที่ 2

สาเหตุของการเกิดกระแสไฟฟ้าช็อตในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเมืองพัทยา ปี พ.ศ. 2558 - 2559



ภาพที่ 2 สาเหตุของการเกิดกระแสไฟฟ้าช็อตในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเมืองพัทยา

3. สรุปสาเหตุของเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าช็อตในเขตพื้นที่เมืองพัทยาเพื่อหาความถี่ในการเกิดเหตุการณ์ที่สายไฟฟ้าแรงสูงขาด โดยผู้วิจัยได้จำแนกสาเหตุของการเกิดกระแสไฟฟ้าช็อตออกเป็น 8 สาเหตุ ได้แก่ สัตว์ ต้นไม้ ยานพาหนะ วัสดุแปลกปลอม ภัยธรรมชาติ อุปกรณ์ชำรุด สายไฟฟ้าขาด และไม่ทราบสาเหตุ [1] โดยได้จำแนก 3 ลำดับสูงสุดที่เป็นสาเหตุให้เกิดกระแสไฟฟ้าช็อต พบว่า

3.1 ในปี พ.ศ. 2558 เกิดกระแสไฟฟ้าช็อต จำนวน 406 ครั้ง โดยสาเหตุสูงสุด คือ ไม่ทราบสาเหตุเกิดขึ้น จำนวน 246 ครั้ง คิดเป็น 60.59% ลำดับที่สองคือ อุปกรณ์ชำรุด จำนวน 69 ครั้ง คิดเป็น 17% โดยเมื่อวิเคราะห์ประเภทของอุปกรณ์ที่ชำรุด พบว่า มีสายไฟฟ้าขาดเกิดขึ้น จำนวน 37 ครั้ง คิดเป็น 53.62% และลำดับที่สามคือ สัตว์ จำนวน 41 ครั้ง คิดเป็น 10.09%

3.2 ในปี พ.ศ. 2559 เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง จำนวน 434 ครั้ง โดยสาเหตุสูงสุด คือ สัตว์เกิดขึ้น จำนวน 165 ครั้ง คิดเป็น 38.02% ลำดับที่สองคือ ไม่ทราบสาเหตุ จำนวน 99 ครั้ง คิดเป็น 22.81% และลำดับที่สาม คือ อุปกรณ์ชำรุด จำนวน 80 ครั้ง คิดเป็น 18.43% และเมื่อวิเคราะห์ประเภทของอุปกรณ์ที่ชำรุดพบว่า มีสายไฟฟ้าขาดเกิดขึ้น จำนวน 40 ครั้ง คิดเป็น 50%

3.3 เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลสถิติการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องในปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2559 พบว่ามีสายไฟฟ้าขาดและทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องเป็นประจำทุกเดือนและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจากเหตุการณ์สายไฟฟ้าขาดที่เกิดขึ้น

ทั้งหมด 77 ครั้ง ได้ส่งผลกระทบให้ประชาชนได้รับบาดเจ็บจากกรณีสายไฟฟ้าขาด จำนวน 2 ราย และมีทรัพย์สินเสียหาย จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องหาปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาด

3.4 เมื่อศึกษารายละเอียดข้อมูลจากสถิติและทำการวิเคราะห์จำแนกลักษณะปัจจัยที่ทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาด เกิดจาก 3 ปัจจัยหลัก คือ อุปกรณ์ชำรุด มีวัตถุมากระทำ และภัยธรรมชาติ โดยเมื่อทำการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาดจะพบว่า มีสาเหตุหลักคืออุปกรณ์ในระบบจำหน่ายชำรุด จำนวน 53 ครั้ง คิดเป็น 68.8% ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากสายไฟฟ้า จำนวน 51 ครั้ง คิดเป็น 96.2% ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถิติปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเมืองพัทยา ปี พ.ศ. 2558 - 2559

| สาเหตุที่ทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาด | จำนวนที่เกิดเหตุการณ์ (ครั้ง) | | |
|---------------------------------|-------------------------------|---------|-----|
| | ปี 2558 | ปี 2559 | รวม |
| 1. อุปกรณ์ชำรุด | | | |
| สเปเซอร์ | 1 | - | 1 |
| สายไฟฟ้า | 27 | 24 | 51 |
| หลอดต่อสาย | - | 1 | 1 |
| 2. มีวัตถุมากระทำ | | | |
| สัตว์ | 3 | 6 | 9 |
| ยานพาหนะ | 2 | - | 2 |
| สิ่งของ | 2 | 2 | 4 |
| ต้นไม้ | - | 6 | 6 |
| 3. ภัยธรรมชาติ | 2 | 1 | 3 |
| รวม | 37 | 40 | 77 |

3.5 เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องโดยจำแนกตามพื้นที่และวงจรของการจ่ายไฟฟ้าในระบบจำหน่าย ในปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2559 ซึ่งในเขตพื้นที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเมืองพัทยา มีสถานีไฟฟ้าในพื้นที่ จำนวน 6 สถานี ได้แก่ สถานีไฟฟ้าเขาไม้แก้ว สถานีบางละมุง สถานีพญาเหนือ

สถานีพญาเหนือ 2 สถานีพญาใต้ และสถานีพญาใต้ 2 ดังตารางที่ 2 พบว่าสายไฟฟ้าแรงสูงที่รับไฟจากสถานีไฟฟ้าบางละมุงเกิดการขาดมากที่สุดถึงจำนวน 25 ครั้ง รองลงมาคือสถานีไฟฟ้าพญาใต้ และสถานีไฟฟ้าพญาเหนือ จำนวน 21 ครั้ง และ 15 ครั้งตามลำดับ โดยวงจรการจ่ายไฟที่ 9 ของสถานีไฟฟ้าบางละมุง

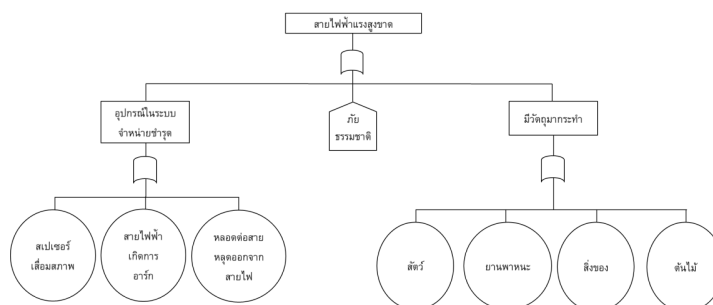
เกิดการขาดมากที่สุด จำนวน 7 ครั้ง รองลงมาคือ และวงจรที่ 7 ของสถานีบางละมุงและวงจรที่ 6 วงจรที่ 10 ของสถานีเขาไม้แก้ว จำนวน 5 ครั้ง ของสถานีพญาไต้ จำนวน 4 ครั้ง

ตารางที่ 2 สถิติการเกิดสายไฟฟ้าแรงสูงขาดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเมืองพญา ปี พ.ศ. 2558-2559 จำแนกตามสถานีไฟฟ้าและวงจรการจ่ายไฟฟ้า

| หมายเลขวงจร การจ่ายไฟฟ้า | จำนวนครั้งที่สายไฟฟ้าแรงสูงขาดแยกตามสถานีไฟฟ้า (ครั้ง) | | | | | | |
|-----------------------------|--|----------|----------|------------|--------|----------|-----|
| | เขาไม้แก้ว | บางละมุง | พญาเหนือ | พญาเหนือ 2 | พญาไต้ | พญาไต้ 2 | รวม |
| 1 | 2 | 1 | 3 | - | 3 | 1 | 10 |
| 2 | - | - | 1 | - | 1 | - | 2 |
| 3 | 2 | 3 | 2 | - | 3 | - | 10 |
| 4 | - | 1 | 1 | - | 2 | 2 | 6 |
| 5 | - | 3 | 2 | - | - | 1 | 6 |
| 6 | 1 | 2 | 1 | ไม่มี | 4 | - | 8 |
| 7 | - | 4 | 1 | ไม่มี | 3 | - | 8 |
| 8 | 1 | 3 | - | ไม่มี | - | - | 4 |
| 9 | 1 | 7 | 3 | ไม่มี | 3 | - | 14 |
| 10 | 5 | 1 | 1 | ไม่มี | 2 | - | 9 |
| รวม | 12 | 25 | 15 | 0 | 21 | 4 | 77 |

4. ศึกษาข้อมูลประเภทของสายไฟฟ้า และอุปกรณ์ที่ติดตั้งในระบบจำหน่ายไฟฟ้าในเขตพื้นที่เมืองพญา พบว่ามีระบบจำหน่ายเหนือดิน และระบบจำหน่ายใต้ดิน โดยงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาอุปกรณ์ในระบบจำหน่ายเหนือดินเท่านั้น ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ เช่น เสาไฟฟ้า ระบบต่อลงดิน ลูกถ้วย สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน หรือสายเคเบิลอากาศ (Space Aerial Cable) จุดต่ออุปกรณ์ป้องกันและตัดตอน กับดักเสิร์จ หม้อแปลงไฟฟ้า สายยึดโยง คาปาซิเตอร์ เป็นต้น [2]

5. วิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาดโดยใช้วิธี Fault Tree Analysis เพื่อหาสาเหตุพื้นฐานที่สำคัญที่เป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุ โดยใช้สัญลักษณ์ Logic Gate เพื่อกำหนดความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยต่างๆ และเชื่อมโยงเหตุการณ์การเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งสาเหตุของสายไฟฟ้าแรงสูงขาดสามารถเขียนความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ต่างๆ ได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุที่ทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาด

6. สรุปปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาด และประเมินโอกาสที่จะเกิดขึ้นของแต่ละเหตุการณ์ ซึ่งจากการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาดโดยวิธี Fault Tree Analysis พบว่ามีเหตุการณ์พื้นฐาน (Basic Event) จำนวน 8 เหตุการณ์ ดังตารางที่ 3 โดยมีอัตราการเกิดของแต่ละเหตุการณ์ซึ่งได้มาจากข้อมูล

สถิติของการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องเนื่องจากเหตุการณ์สายไฟฟ้าแรงสูงขาดในปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2559 และนำมาคำนวณเพื่อหาค่าเชิงปริมาณของโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดของเหตุการณ์ซึ่งนำไปสู่การเกิดสายไฟฟ้าแรงสูงขาด ซึ่งหาได้จากสมการที่ (1)

$$P(A) = \frac{n(A)}{N} \quad \text{สมการที่ (1)}$$

โดย $P(A)$ หมายถึง โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์

$n(A)$ หมายถึง จำนวนเหตุการณ์ที่เกิด

N หมายถึง จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

ตารางที่ 3 สรุปเหตุการณ์พื้นฐาน (Basic Event) และโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดของเหตุการณ์กรณีสายไฟฟ้าแรงสูงขาด

| ลำดับ | เหตุการณ์ | อัตราการเกิดเหตุการณ์ (จำนวนครั้งต่อ 2 ปี) | ค่าเชิงปริมาณ | ลำดับ ความสำคัญ |
|-------|------------------------------|---|---------------|--------------------|
| 1 | สเปเซอร์เสื่อมสภาพ | 1 | 0.01 | 7 |
| 2 | สายไฟฟ้าเกิดการอาร์ค | 51 | 0.66 | 1 |
| 3 | หลุดต่อสายหลุดออกจากสายไฟฟ้า | 1 | 0.01 | 8 |
| 4 | ข้อดัดสัตว์ | 9 | 0.12 | 2 |
| 5 | ยานพาหนะสัมผัสสายไฟฟ้า | 2 | 0.03 | 6 |
| 6 | สิ่งของเกี่ยวสายไฟฟ้า | 4 | 0.05 | 4 |
| 7 | ต้นไม้ทับสายไฟฟ้า | 6 | 0.08 | 3 |
| 8 | ภัยธรรมชาติ | 3 | 0.04 | 5 |

จากผลการวิเคราะห์โอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดของเหตุการณ์กรณีที่สายไฟฟ้าแรงสูงขาด และพิจารณาจัดลำดับความสำคัญในการกำหนดมาตรการเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญห โดยคัดเลือกโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดสูงสุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ สายไฟฟ้าเกิดการอาร์ค ข้อดัดสัตว์ และต้นไม้ทับสายไฟฟ้า มาดำเนินการจัดทำมาตรการ และแก้ไขปัญหเป็นอันดับแรก

7. กำหนดมาตรการควบคุมเพื่อลดโอกาสที่สายไฟฟ้าแรงสูงขาด และลดสถิติการเกิดกระแส

ไฟฟ้าขัดข้อง และทดลองนำไปปฏิบัติโดยพิจารณาจากวงจรการจ่ายไฟฟ้าในพื้นที่ที่มีประชาชนและนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก สามารถเข้าไปตรวจสอบและบำรุงรักษาได้ยาก เนื่องจากต้องใช้พื้นที่ปฏิบัติงานและดับไฟเพื่อปฏิบัติงานซึ่งจะทำให้ประชาชนไม่มีไฟฟ้าใช้ในช่วงเวลาที่ดำเนินการ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดมาตรการควบคุมเพื่อเป็นแนวทางในการลดสถิติการเกิดสายไฟฟ้าแรงสูงขาด โดยจำแนกออกตามสาเหตุต่างๆ ดังนี้

7.1 กรณีที่สายไฟฟ้าเกิดการอาร์คขาด เนื่องจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเมืองพัทยา มีการเลือกใช้สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน (Space Aerial Cable) เพื่อรักษาประสิทธิภาพในการจ่ายไฟฟ้าและลดการเกิดฟอลต์ในระบบจำหน่าย ซึ่งสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีโอกาสเกิด Partial Discharge มากกว่าสายเปลือย เมื่อสายไฟฟ้าขาดนั้น โลหะตัวนำที่อยู่ด้านในของสายไฟฟ้าจะหลุดตัว เข้าไปในปลอกฉนวน ทำให้ระยะอาร์คที่เกิดขึ้น

มีค่ามากขึ้น กระแสฟอลต์อาจมีค่าลดต่ำลง จึงเป็นผลให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินตรวจรับรู้ได้ยาก [3] อีกทั้งอุปกรณ์ที่ติดตั้งในระบบจำหน่าย มีการใช้งานเป็นระยะเวลานานจึงควรมีการบำรุงรักษา โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่งระดับความสำคัญของ อุปกรณ์ตามตารางที่ 4 โดยพิจารณาจากความเสียหายของระบบไฟฟ้าหากอุปกรณ์เกิดการชำรุด

ตารางที่ 4 เกณฑ์การพิจารณาระดับความสำคัญของระบบจำหน่ายไฟฟ้า

| ระดับที่ | เกณฑ์การพิจารณา |
|----------|--|
| 1 | สายไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้าถึงอุปกรณ์ป้องกันตัวแรก หรือวงจรที่สำคัญ หรือวงจรที่มีสถิติกระแสไฟฟ้าขัดข้องสูง |
| 2 | สายไฟฟ้าที่อยู่หลังอุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายตัวแรก |
| 3 | สายไฟฟ้าที่อยู่หลังอุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้งสายไฟฟ้าที่แยกออกจากวงจรหลัก |

และกำหนดกิจกรรมการบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่สำคัญและค่าความถี่ในการทำกิจกรรมดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปกิจกรรมบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบจำหน่ายไฟฟ้า

| อุปกรณ์ | กิจกรรม | ความถี่ในการดำเนินการ | | |
|---|--|-----------------------|--------------|--------------|
| | | ระดับ 1 | ระดับ 2 | ระดับ 3 |
| ลูกถ้วยฉนวน | 1. ตรวจสอบด้วยสายตา | ทุก 3 เดือน | ทุก 6 เดือน | ทุก 12 เดือน |
| จุดต่อ | 2. Thermo Scan | ทุก 6 เดือน | ทุก 12 เดือน | ทุก 12 เดือน |
| ดรอพฟิวส์คัทเอาต์ (Dropout Fuse Cutout) | 3. Partial Discharge (Corona/Ultrasonic Detection) | ทุก 12 เดือน | ทุก 24 เดือน | ทุก 24 เดือน |
| สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน (Space Aerial Cable) | 1. ตรวจสอบด้วยสายตา | ทุก 3 เดือน | ทุก 6 เดือน | ทุก 12 เดือน |
| | 2. ทบทวนกระแสใช้งาน | ทุก 3 เดือน | ทุก 6 เดือน | ทุก 12 เดือน |
| | 3. Partial Discharge (Corona/Ultrasonic Detection) | ทุก 6 เดือน | ทุก 12 เดือน | ทุก 24 เดือน |

อีกทั้งการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีการใช้สเปเซอร์ (Spacer) ในการแยกสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน หรือสายเคเบิลอากาศ (SAC) แต่ละเฟสเพื่อป้องกันการสัมผัสกัน จึงควรปรับปรุงด้วยวิธีการวางสายบนลูกถ้วยฉนวนที่อยู่บนหลักฉนวนรูป ป.ปลา ดังภาพที่ 4 เนื่องจากมีการวางสายเคเบิลอากาศบนสเปเซอร์มักมีการเสื่อมสภาพ และเกิดวาบไฟ

ตามผิวระหว่างเฟส ทำให้สายเคเบิลอากาศขาด ซึ่งมักเกิดปัญหาย่อยครั้งโดยเฉพาะพื้นที่ใกล้ชายทะเล ตลอดจนการใช้ลวดอลูมิเนียม Tie Wire พันสายเคเบิลอากาศเข้ากับสเปเซอร์ ทำให้เกิดความเครียดทางสนามไฟฟ้ามีค่าสูง และเร่งให้ฉนวนของสายเคเบิลอากาศเสื่อมสภาพเร็วขึ้นกว่าปกติ [4]



ภาพที่ 4 ภาพสเปเซอร์ก่อนปรับปรุงและการวางสายบนลูกถ้วยบนเหล็ก ป.ปลา หลังการปรับปรุง

7.2 กรณีสายไฟฟ้าขาดเนื่องจากสัตว์ที่มาสัมผัสกับอุปกรณ์ในระบบจำหน่าย จากเดิมจะมีการติดตั้งตาข่ายกันงู (Snake Guard) ที่บริเวณต้นเสาเท่านั้น ดังภาพที่ 5 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการป้องกันสัตว์ได้ไม่เพียงพอ และมีการชำรุดได้ง่าย ทำให้สัตว์สัมผัสกับอุปกรณ์ในระบบจำหน่ายจนได้รับความเสียหาย และตรวจพบไฟลัดเอาท์

จะถูกติดตั้งติดกับคอน จึงกำหนดแนวทางการปรับปรุงโดยพิจารณาให้มีการติดตั้งอุปกรณ์ลูกถ้วยแบบ TR-202 พร้อม Barrier ซึ่งทำจากแผ่นพลาสติกใส มีความมันวาว ดังภาพที่ 6 เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดไฟฟ้าช็อตซึ่งมีสาเหตุจากสัตว์มาสัมผัสกับอุปกรณ์



ภาพที่ 5 การติดตั้งตาข่ายกันงู (Snake Guard)



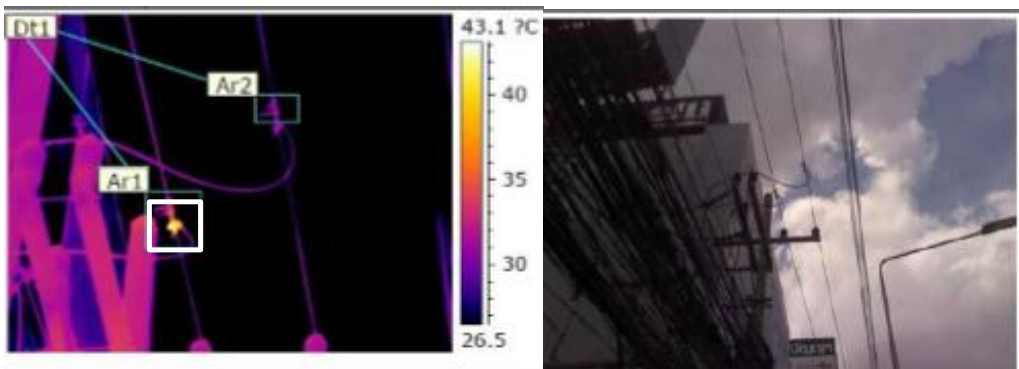
ภาพที่ 6 การติดตั้งลูกถ้วย TR-202 พร้อม Barrier

7.3 กรณีต้นไม้สัมผัสกับสายไฟฟ้าทำให้สายไฟฟ้าเกิดการอาร์คขาด ให้ดำเนินการตัดกิ่งไม้ตามหลักกรุกขกรซึ่งอยู่ในแนวพื้นที่จ่ายไฟ เช่น การตัดแต่งกิ่งเพื่อเปลี่ยนทิศทางการเจริญเติบโต การตัดโคนกิ่งไม้ที่ไม่แข็งแรงหรือสัมผัสโดนอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งช่วยลดโอกาสเกิดฟอลต์ชั่วคราวและฟอลต์ถาวรได้

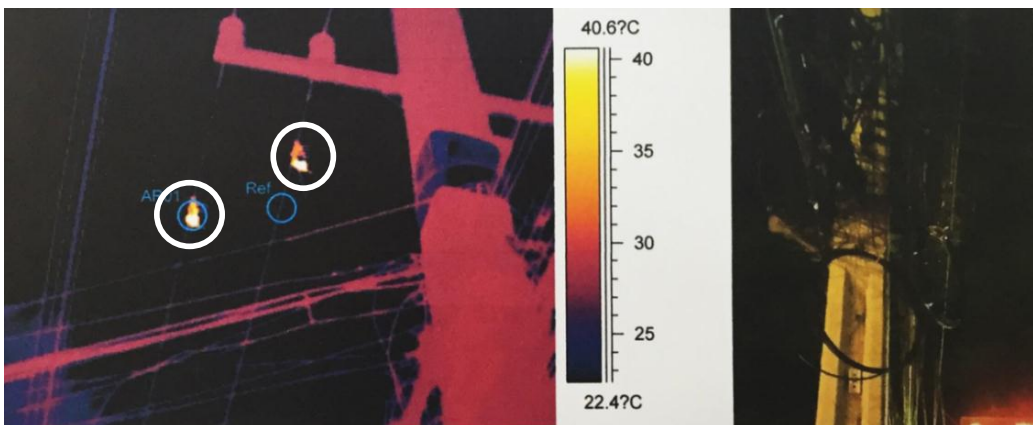
8. เมื่อผู้วิจัยได้กำหนดมาตรการควบคุมเพื่อลดโอกาสที่สายไฟฟ้าแรงสูงขาด และลดสถิติที่เกิดการกระแสปะทะไฟฟ้าขัดข้องเพื่อให้สามารถจ่ายไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องแล้วนั้น จึงได้ทดสอบการปฏิบัติตามที่ได้กำหนดไว้ โดยเลือกพื้นที่บริเวณถนนเกษตรสินบนเขาพระตำหนักซึ่งรับกระแสไฟฟ้าจากสถานีพิทยาใต้ วงจร 3

ซึ่งเป็นบริเวณที่มีประชาชนและนักท่องเที่ยวหนาแน่นสามารถเข้าไปตรวจสอบและบำรุงรักษาได้ยาก เนื่องจากเป็นถนนแคบต้องมีการปิดการสัญจรและดับไฟเพื่อปฏิบัติงาน โดยการปฏิบัติงานตามมาตรการควบคุมที่กำหนดในครั้งนี้ได้มีการระดมชุดปฏิบัติงานจากพื้นที่ใกล้เคียง จำนวน 32 ทีมเป็นจำนวน 192 คน ซึ่งมีการดำเนินการ ดังนี้

8.1 การถ่ายภาพความร้อนช่วงเวลากลางคืน จำนวน 104 จุด พบว่ามีจุดที่อุณหภูมิแตกต่างกันมากกว่า 40°C ซึ่งต้องแก้ไขโดยเร่งด่วน จำนวน 24 จุด เช่น บริเวณจุดต่อ Hotline Clamp เฟส B ดังภาพที่ 7 หรือจุดต่อเบลแคลมป์ ดังภาพที่ 8 เป็นต้น



ภาพที่ 7 ตัวอย่างภาพจุดร้อนบริเวณ Hotline Clamp เฟส B



ภาพที่ 8 ตัวอย่างภาพจุดร้อนบริเวณจุดต่อเบลแคลมป์

8.2 งานติดตั้งลูกถ้วยแบบ TR-202 พร้อม Barrier จำนวน 70 ชุด เพื่อป้องกันสัตว์ไปสัมผัสกับอุปกรณ์ในระบบจำหน่าย ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ภาพก่อนและหลังปรับปรุงด้วยวิธีการติดตั้งลูกถ้วยแบบ TR-202 พร้อม Barrier

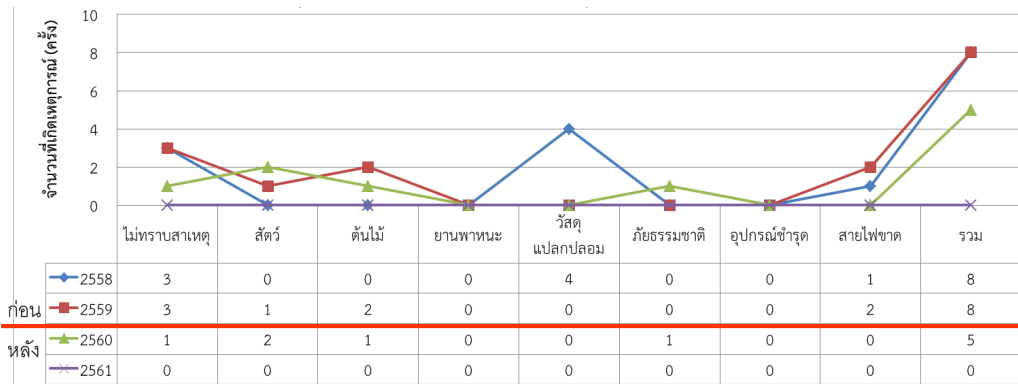
8.3 งานตัดต้นไม้ใกล้แนวระบบไฟฟ้าตามหลักสุขกร ระยะทาง 7.96 วงจร-กิโลเมตร ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การตัดต้นไม้ตามหลักสุขกร

9. เก็บข้อมูลการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องจากกรณีที่สายไฟฟ้าแรงสูงขาดหลังจากที่ปฏิบัติตามมาตรการที่กำหนด และวิเคราะห์ผลโดยเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยต่อเดือนของการเกิดเหตุสายไฟฟ้าแรงสูงขาดในปี 2558 ถึงปี 2561 ดังภาพที่ 11 ซึ่งพบว่า สถิติการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องหลังจากที่ดำเนินการตามมาตรการที่กำหนดมีค่าลดลงจาก 16 ครั้ง/ปี คิดเป็น 0.67 ครั้ง/เดือนโดยเฉลี่ย ลดลงเหลือ 5 ครั้ง/ปี คิดเป็น 0.33 ครั้ง/เดือนโดยเฉลี่ย โดยในปี 2561

และไม่มีเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้องที่มีสาเหตุจากสายไฟฟ้าขาดจนถึงปัจจุบัน ซึ่งลดลงจากก่อนที่ดำเนินการแก้ไข 1.5 ครั้ง/ปี



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบสถิติการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องของสถานีไฟฟ้าพญาไถ้วงจรที่ 3 ก่อนปรับปรุง (พ.ศ. 2558 - พ.ศ. 2559) และหลังปรับปรุง (พ.ศ. 2560 - มีนาคม พ.ศ. 2561)

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดเหตุการณ์สายไฟฟ้าแรงสูงขาดซึ่งเกิดได้จาก 3 สาเหตุหลัก คือ อุปกรณ์ในระบบจำหน่ายชำรุด มีวัตถุมากระทำ และภัยธรรมชาติ ซึ่งอุปกรณ์ในระบบจำหน่ายที่เกิดการชำรุดโดยส่วนใหญ่เกิดจากสายไฟฟ้าแรงสูงอาร์คขาด ซึ่งสามารถควบคุมได้โดยการหมั่นตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ [5]

เช่น การตรวจสอบด้วยตาเปล่า การส่องกล้องความร้อน เป็นต้น รวมไปถึงการปรับปรุงอุปกรณ์ในระบบจำหน่าย เช่น การเปลี่ยนจากการใช้งานสเปเซอร์เป็นการติดตั้งลูกถ้วยแบบ TR-202 พร้อม Barrier ก็จะช่วยลดโอกาสในการทะลุของสายเคเบิลอากาศ ตลอดจนช่วยป้องกันสัตว์ที่จะมาสัมผัสกับอุปกรณ์ในระบบจำหน่ายด้วยเช่นกัน หรือการตัดต้นไม้ตามหลักวิชาการ ก็จะช่วยลดโอกาสที่กิ่งไม้สัมผัสโดนอุปกรณ์ในระบบจำหน่าย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Sirarot Preechatanapoj. (2014). *The Interruption Cause Analysis for 22 KV Distribution System of Provincial Electricity Authority in Pattaya*. Dissertation, M.Eng. (Electrical Engineering). Bangkok: The Graduate School Kasetsart University.
- [2] Power System Standard Division. (2016). *Electrical Equipment in Distribution System Manual*. Bangkok: Provincial Electricity Authority.
- [3] Natthawuth Somakettarin. (2003). *Studies on Effective Strategies to Detect Downed Conductors Events for PEA's Distribution System*. Dissertation, M.Eng. (Electrical Engineering). Bangkok: The Graduate School Kasetsart University.
- [4] Thanatpong Pramote. (2002). *A Study to Solve the Problem of Partially Insulated Cable in Distribution System for Provincial Electricity Authority*. Dissertation, M.Eng. (Electrical Engineering). Bangkok: The Graduate School Kasetsart University.
- [5] John Cadick; Mary Capelli-Schellpfeffer; and Dennis Neitzel. (2006). *Electrical Safety Handbook*. 3rd ed. Texas: McGraw-Hill.